

7/15

河

平10-062220

G01F 1/68

熱式空気流量計

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-62220

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

G 0 1 F 1/68

G 0 1 F 1/68

F 0 2 D 35/00

G 0 1 P 5/10

K

G 0 1 P 5/10

F 0 2 D 35/00

3 6 6 E

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平8-223489

(22) 出願日

平成8年(1996) 8月26日

(71) 出願人

000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者

山田 雅通

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者

松本 昌大

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者

菅家 厚

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人

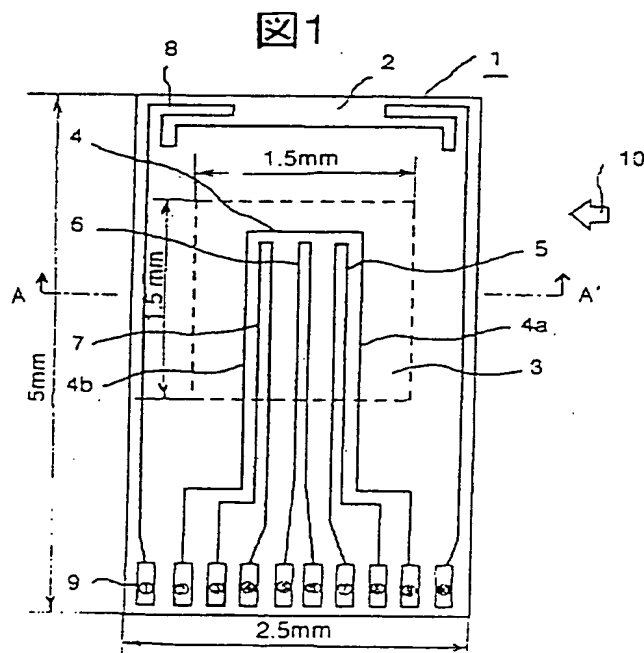
弁理士 高田 幸彦 (外1名)

(54) 【発明の名称】 熱式空気流量計

(57) 【要約】

【課題】 計測レンジおよび対ノイズを改善した熱式空気流量計を提供する。

【解決手段】 熱式空気流量計は、被測定流体の上流側の測温抵抗体5と下流側の測温抵抗体7との間に測温抵抗体6を並設した測温抵抗体群および該測温抵抗体群を近接包囲し配設した発熱抵抗体4(4a, 4b)を有する測定素子1と、測温抵抗体6の温度が一定値になるように発熱抵抗体4の加熱を制御する加熱回路と、測温抵抗体5と測温抵抗体7との温度差に基づいて被測定流体の流れ方向および流量を検知する計測回路とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】被測定流体の上流側の測温抵抗体と下流側の測温抵抗体との間に中央測温抵抗体を並設した測温抵抗体群および該測温抵抗体群を近接包囲し配設した発熱抵抗体を有する測定素子と、

前記中央測温抵抗体の温度が一定値になるように前記発熱抵抗体の加熱を制御する加熱制御手段と、

前記上流側測温抵抗体と前記下流側測温抵抗体との温度差に基づいて前記被測定流体の流れ方向および流量を検知する流量計測手段とを備えたことを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項2】請求項1において、前記測定素子は、前記測温抵抗体群及び前記発熱抵抗体から離間した位置に配設した空気温度測温抵抗体を有し、

前記加熱制御手段は、該空気温度測温抵抗体の温度に対して前記中央測温抵抗体の温度が一定値高くなるように、前記発熱抵抗体に流す加熱電流を制御することを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項3】上面を電気絶縁膜で被覆した半導体基板の該電気絶縁膜上に、被測定流体の上流側測温抵抗体と下流側測温抵抗体との間に中央測温抵抗体を並設した測温抵抗体群と、該測温抵抗体群を近接包囲し配設した発熱抵抗体と、前記測温抵抗体群及び前記発熱抵抗体から離間した位置に配設した空気温度測温抵抗体と、を形成してなる測定素子と、

前記中央測温抵抗体と前記空気温度測温抵抗体の温度差を一定に保つように前記発熱抵抗体に流す加熱電流を制御する加熱制御手段と、

前記上流側測温抵抗体と前記下流側測温抵抗体との温度差に基づいて前記被測定流体の流れ方向および流量を検知する流量計測手段とを備えたことを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項4】請求項3において、前記半導体基板は、前記電気絶縁膜で覆われた前記上面から下面まで貫通している空洞を有し、

前記測温抵抗体群及び前記発熱抵抗体は、該空洞上の前記電気絶縁膜の部位に形成されていることを特徴とする熱式空気流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱式空気流量計に係り、特に内燃機関の吸入空気量を測定するのに好適な熱式空気流量計に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より自動車などの内燃機関の電子制御燃料噴射装置に設けられ吸入空気量を測定する空気流量計として、熱式のもの質量空気量を直接検知できることから主流となってきた。この中で特に、半導体マイクロマシン技術により製造された空気流量計が、コストが低減でき且つ低電力で駆動することが出来

ることから注目されてきた。このような従来の半導体基板を用いた熱式空気流量計としては、例えば、特開昭60-142268号公報および特開平7-174600号公報等に記載の技術がある。上記公報に開示された技術では、製造コストはある程度低減されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術には、流量測定に際しての、計測レンジが狭い、ノイズが大きい、耐塵埃信頼性が十分でない等の課題があった。以下、これについて詳説する。

【0004】図11は従来の熱式空気流量計の測定素子の平面図であり、上記特開昭60-142268号公報に記載の第2図であり、この図11を参照し説明する。図において、1が熱式空気流量計の測定素子で、シリコン等の半導体基板を異方性エッチングにより形成した空洞(23a, 23b, 23c)を架橋する電気絶縁膜からなる2本の橋24aと24bを有し、空気の流れの上流側が橋24a、下流側が橋24bとなっている。2本の橋24aと24bとの間の開口した空洞23cを挟んで発熱抵抗体4を配置し、これらの橋24a, 24bには発熱抵抗体4の側部に各々測温抵抗体5, 7が配置され、更に、電気絶縁膜の空洞23aの上流側の一部に空気温度を測定する空気温度測温抵抗体8を配設している。また、空洞23a, 23bおよび23cは、電気絶縁膜の開口部を利用して半導体基板を異方性エッチングすることから、電気絶縁膜の橋24a, 24b下で連続した一体の空洞となっている。

【0005】このような空気流量計では、空気温度測温抵抗体8により定められる空気温度よりも一定温度高い温度となるように発熱抵抗体4が加熱駆動される。空気流量は、空気の熱運搬効果を利用して、流路の上流側測温抵抗体5と下流側測温抵抗体7との間に生じる温度差から計測される。

【0006】図12は、従来の他の熱式空気流量計を説明する図であり、特開平7-174600号公報の図1に記載の測定素子の平面図である。測定素子1は、前記の従来例と同じように半導体基板2上に電気絶縁膜11を形成し、公知のホトリソグラフィ技術により電気絶縁膜11の一部をエッチングし、更に、このエッチング部の半導体基板2を異方性エッチングして空洞23d, 23eを形成する。この空洞23dと23eは、前記の従来例と同じように電気絶縁膜の橋24下で連続した一体の空洞を形成している。この従来例では、橋24上に発熱抵抗体4とこれに近接して測温抵抗体5が空気流の上流側に配設され、さらに、空気温度測温抵抗体8が測定素子1の最上流に配設される。

【0007】このような空気流量計では、空気温度測温抵抗体8で検知される空気温度より測温抵抗体5が一定温度高くなるように発熱抵抗体4を加熱(傍熱)駆動する。空気流量は、空気の流量が増加するに従い冷却され

る測温抵抗体5を傍熱する発熱抵抗体4に流す加熱電流から計測する。

【0008】そして、図11に示す測定素子では、前記特開昭7-174600号公報の明細書の項目(0012)に記載されているように、空気流量が大流速域で出力変化が小さく、直線性が悪くなり、計測可能な流速レンジが狭くなる問題がある。これを改善したのが図12に示した測定素子だが、この従来例においては、空気の流れの方向が検知出来ないという問題がある。更には、図11、図12の両方の従来例に共通する問題として、空気流量を計測する上で重要な空気流と接する検出有効面積(この従来例では測温抵抗体5、7の空気流に接する面積)が小さいことにより出力ノイズが大きいこと、また、空気流に接する測定素子の表面に空洞23a、23b、23c、23d、23eが開口しており、自動車等の過酷な条件で使用される場合、上記開口部に塵埃等が蓄積し長期間に渡って信頼性の高い計測が出来ない等がある。

【0009】従って、本発明の目的は、従来技術の上記課題を解決し、流量計測の流速レンジが広く、出力ノイズが小さく、耐塵埃信頼性の高い熱式空気流量計を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する熱式空気流量計は、被測定流体の上流側の測温抵抗体と下流側の測温抵抗体との間に中央測温抵抗体を並設した測温抵抗体群および該測温抵抗体群を近接包囲し配設した発熱抵抗体を有する測定素子と、前記中央測温抵抗体の温度が一定値になるように前記発熱抵抗体の加熱を制御する加熱制御手段と、前記上流側測温抵抗体と前記下流側測温抵抗体との温度差に基づいて前記被測定流体の流れ方向および流量を検知する流量計測手段とを備えたものである。

【0011】また、本発明による熱式空気流量計の他の特徴は、上面を電気絶縁膜で被覆した半導体基板の該電気絶縁膜上に、被測定流体の上流側測温抵抗体と下流側測温抵抗体との間に中央測温抵抗体を並設した測温抵抗体群と、該測温抵抗体群を近接包囲し配設した発熱抵抗体と、前記測温抵抗体群及び前記発熱抵抗体から離間した位置に配設した空気温度測温抵抗体と、を形成してなる測定素子と、前記中央測温抵抗体と前記空気温度測温抵抗体の温度差を一定に保つように前記発熱抵抗体に流す加熱電流を制御する加熱制御手段と、前記上流側測温抵抗体と前記下流側測温抵抗体との温度差に基づいて前記被測定流体の流れ方向および流量を検知する流量計測手段とを備えるにある。

【0012】本発明によれば、上下流側の測温抵抗体を発熱抵抗体で近接包囲し両測温抵抗体が成す温度差を大きく検出できるように配設したので、流量計測時のダイナミックレンジ及び対ノイズ性の改善が図られる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照し説明する。図1は、本発明による第一実施例の測定素子を示す平面図である。熱式空気流量計用の第一実施例の測定素子1を示している。図2は、図1のA-A'断面を示す図である。

図1、2において、測定素子1は、シリコン等からなる半導体基板2と、該半導体基板2の上面に被膜形成されて後述する空洞3の上面側を塞いでいる電気絶縁膜11aと、該電気絶縁膜11a上に形成された発熱抵抗体4a及び4b、測温抵抗体5、6、7、空気温度を計測するための空気温度測温抵抗体8、各抵抗体からの信号を外部回路に引き出すための複数の端子電極9と、各抵抗体や端子電極9等を保護するために被覆形成されている電気絶縁膜11bとから構成される。

【0014】そして、一対の測温抵抗体5および7は、発熱抵抗体4(4a、4b)に囲まれており、且つ、空気流10に対して上流側の測温抵抗体5は上流側の発熱抵抗体4aに、下流側の測温抵抗体7は下流側の発熱抵抗体4bに近接して各々配置されている。また、測温抵抗体6は、測温抵抗体5および7に挟まれて配置されている。従って、空気流10の上流側から、発熱抵抗体4a、測温抵抗体5、測温抵抗体6、測温抵抗体7、発熱抵抗体4bの順に隣接並置されている。

【0015】換言すれば、測定素子1は、被測定流体としての空気流10に対して、上流側に位置する上流側測温抵抗体としての測温抵抗体5と下流側に位置する下流側測温抵抗体としての測温抵抗体7との間に、中央測温抵抗体としての測温抵抗体6を並設した測温抵抗体群(測温抵抗体5、測温抵抗体6、測温抵抗体7)、および該測温抵抗体群を近接包囲し配設した発熱抵抗体4(発熱抵抗体4a、4b)を有すると言える。尚、測温抵抗体5、6、7および発熱抵抗体4a及び4bの個数は1個ずつに限定されるものではない。

【0016】また、測温抵抗体5、6、7と発熱抵抗体4a及び4bとが形成される電気絶縁膜11aの該半導体基板2の部位には、半導体基板2の下面側(開口部3a)から異方性エッチングにより電気絶縁膜11aの境界面まで穿孔されて、空洞3が設けられている。さらに、上流側と下流側とに振り分けられて配置形成された発熱抵抗体4a及び4bは直列に接続されており、2つの端子電極9(、)に接続されている。そして、中央に配置された測温抵抗体6の温度が空気流10の流路先端に配置された空気温度測温抵抗体8の温度より一定温度高くなるように、発熱抵抗体4(4a、4b)には、端子電極9(、)から加熱(傍熱)電流が流されている。

【0017】一方、空気流10の空気流量ならびに方向は、発熱抵抗体4の上流側部分4aと下流側部分4bに近接して配置された、上流側部分4aと下流側部分4b

の温度を計測するための一対の測温抵抗体5, 7の各温度(温度に対応した各抵抗値)によって検知される。即ち、測温抵抗体5, 7は、空気流が零のときは、測温抵抗体6の温度とほぼ同じ温度となり、温度差は生じていない。しかし、空気流10が図1に示す順流方向のときは、主に発熱抵抗体4の上流側部分4aの方が下流側部分4bより空気流10による冷却効果が大きいことから、発熱抵抗体4の上流側部分4aに近接した測温抵抗体5の温度が、下流側部分4bに近接した測温抵抗体7の温度より低い値となる。

【0018】また、空気流10が図1と反対の逆流方向のときは、逆に下流側部分4bの測温抵抗体7の温度が上流側部分4aの測温抵抗体5の温度より低くなる。このように、空気流量は、上記の測温抵抗体5及び7の温度差(抵抗値差)が空気流量に比例することを利用して、温度差の大小より計測できる。そして、空気流10の方向は、測温抵抗体5, 7の温度(抵抗値)の大小比較から検出できる。

【0019】ところで、空洞3上の電気絶縁膜11a上にて、発熱抵抗体4a, 4bは測温抵抗体5, 6, 7を囲むように配置形成されており、本実施例の発熱抵抗体4(4a, 4b)の面積は、従来例の1個の発熱抵抗体の面積に比較して広い(検出有効面積が広い)構成になるので、空気流量信号が大きく取り出せて、ダイナミックレンジが広く取れる。かつ、空気流の局所的な乱れに対して平均的な出力になる、換言すれば出力に対するノイズ比(N/S)が小さくなることから、対ノイズに強い構成となっている。

【0020】さらに、図1に示すように、空気温度測温抵抗体8は、半導体基板2の先端の測温抵抗体群(5, 6, 7)及び発熱抵抗体4から離間した位置に、空気流10の流路に突き出て配設されており、空気流10が順流または逆流のいずれの場合においても、発熱抵抗体4に加熱された空気流の影響を受けない位置に配設されており精度の高い空気流量の計測が可能となっている。

【0021】図3は、本発明による第二実施例の測定素子を示す平面図である。熱式空気流量計用の第二実施例の測定素子1を示している。図3に示す第二実施例の測定素子1は、図1の第一実施例とほぼ同様の構成となっている。第一実施例と異なるのは、発熱抵抗体4の一部が、測温抵抗体5, 6, 7の各抵抗体の挟間に延展されて構成されている点である。このように構成することにより、発熱抵抗体4が、さらに緻密に配置されるので測温抵抗体5, 6, 7の加熱がより効果的にできる利点が生まれる。

【0022】図4は、図1または図3の測定素子を実装した本発明による一実施例の熱式空気流量計の断面を示す図である。例えば、自動車等の内燃機関の吸気通路に実装した熱式空気流量計の実施例を示す断面図である。熱式空気流量計は、図のように、測定素子1と支持体1

4と外部回路15とを含み構成される。そして吸気通路12の内部にある副通路13に測定素子1が配置される。外部回路15は支持体14を介して測定素子1の端子電極9に電気的に接続されている。ここで、通常では被測定流体としての吸入空気は空気流10で示された方向に流れており、内燃機関の条件によって空気流10とは逆の方向(逆流)に吸入空気が流れる。

【0023】図5は、図4の測定素子部を示す拡大図である。測定素子部は測定素子1および支持体14からなっている。図6, 図7は、図5のB-B'断面及びC-C'断面を示す図である。図5～図7に示すように、測定素子1は、空気温度測温抵抗体8の表裏面が空気流10に直接晒されるように支持体14b上に固定され、更に、端子電極16および信号処理回路を有し、アルミナ等の電気絶縁基板上に形成された信号処理回路の一部としての外部回路15が、同じく支持体14b上に固定されている。

【0024】この測定素子1と外部回路15は、端子電極9及び端子電極16間を金線17等でワイヤボンディングにより電気的に接続された後、金線17、端子電極9, 16や外部回路15を保護するために支持体14aにより密封保護される。このように実装された測定素子1は、図6～図7に示すように、空洞3の下面は支持体14bにより、空洞3の上面は電気絶縁膜11により塞がれて、空気流10に対してほぼ隔離されている。従って、上記したような本実施例を採用すれば、従来例のように空洞3が空気流10に対して開口している部分がなくなるので、自動車等の内燃機関の空気流量を計測する際に問題となる塵埃等が、空洞部あるいは開口部に蓄積することがなく信頼性の高い計測が可能となる。

【0025】また、自動車等の内燃機関では、内燃機関の熱により図4に示す吸気通路12および支持体14の温度が上昇し、さらに、この熱が測定素子1に伝わり、空気流量の計測に誤差を生じさせ温度特性を悪くすることがある。これに対して、本実施例では、図5に示すように、空気温度測温抵抗体8は、支持体14より最も遠い場所に配置され、更に、支持体14から突き出して配置したことにより、空気流10に表裏面ともに晒され、放熱が十分になされることから、上記吸気通路12および支持体14の温度上昇による影響を殆ど受けない温度特性の優れた構成となっている。更には、図6のB-B'断面に示したように、空気流10に対して支持体14bの先端形状を流線型にしたことにより、空気流10が測定素子1に至る位置においても空気流の乱れがなく一様に流れることから、更にノイズの少ない計測が可能となる。

【0026】次に、図8, 図9および図10を参照し、本実施例の測定素子1を用いて被測定流体の流れ方向および流量を検知する構成と動作について説明する。図8は、本発明による熱式空気流量計の一実施例の加熱回路

を示す図である。図1または図3に示した測定素子1の抵抗体4(4a, 4b), 6, 8と信号処理のための外部回路15とからなっており、発熱抵抗体4の加熱を制御する加熱制御手段としての加熱回路が示されている。図9は、本発明による熱式空気流量計の一実施例の計測回路を示す図である。図1または図3に示した測定素子1の抵抗体4(4a, 4b), 5, 7と外部回路15とからなっており、被測定流体の流れ方向および流量を検知する流量計測手段としての計測回路が示されている。図中の、18a, 18bは差動増幅器、19は発熱抵抗体4に加熱(傍熱)電流を流すためのトランジスタ、20は電源、21a, 21b, 21c, 21d, 21eは抵抗である。

【0027】図8において、測温抵抗体6、空気温度測温抵抗体8、抵抗21b, 21cよりなるブリッジ回路は、測定素子1の中心部に位置する測温抵抗体6の温度(抵抗値)が空気温度に対応する空気温度測温抵抗体8の温度(抵抗値)よりある一定値(例えば150℃)高くなるよう各抵抗値が設定される。換言すれば、測温抵抗体6の温度が、設定値より低い場合にはブリッジ回路の中心の電位AとB間に差が生じ、差動増幅器18aの出力Cによりトランジスタ19がオンし、発熱抵抗体4に加熱電流が流れる。発熱抵抗体4により傍熱された測温抵抗体6の温度が設定値に達すると差動増幅器18aの出力Cによりトランジスタ19がオフし、加熱電流が遮断される。このように、測温抵抗体6の温度が設定値(一定)になるようにフィードバック加熱制御されている。

【0028】次に、空気流量と方向は、発熱抵抗体4の上流側部分4aおよび下流側部分4bに近接包囲(配設)された測温抵抗体5および7の温度(抵抗値)より検出する。図9において、計測回路は、測温抵抗体5, 7および抵抗21d, 21eによりブリッジ回路を構成しており、測温抵抗体5, 7の抵抗値差(ΔR)を取り出す出力回路の一例である。測温抵抗体5は、発熱抵抗体4の上流側部分4aに対応した温度(抵抗値)に、測温抵抗体7は、下流側部分4bに対応した温度(抵抗値)となっている。ここで、差動増幅器18bには、上流側部分4aと測温抵抗体5の温度に対応する電位Dと、下流側部分4bと測温抵抗体7の温度に対応する電位Eとが入力され、その電位差としてFが出力される。そして電位差Fの絶対値から空気流量が計測され、かつ電位差Fの正負から空気流の方向が検出される。

【0029】さらに、被測定流体の流れ方向および流量を検知する動作について詳説する。図10は、図1の測定素子のA-A'断面および動作原理を示す図である。図は、発熱抵抗体4(4a, 4b)と測温抵抗体5, 6, 7との温度分布を、空気流が順流および逆流の場合について模式的に示したものである。図において、前述したように図8の加熱回路により、測温抵抗体6はある一定

の基準温度に設定されている。空気流が順流の場合には、上流側部分4aがより空気流により熱を奪われることから近接配置された測温抵抗体5の温度が低くなる。一方、空気流が逆流の場合には、今度は逆に測温抵抗体7の温度が低くなる。

【0030】即ち、図10に示したように発熱抵抗体4a, 4bに近接配置された測温抵抗体5, 7の温度(抵抗値)を比較することにより、例えば、「測温抵抗体7の抵抗値-測温抵抗体5の抵抗値=正の ΔT =順流」となり、「測温抵抗体7の抵抗値-測温抵抗体5の抵抗値=負の ΔT =逆流」となる。そして、その正負により空気流の方向を検知することができる。また、空気流量は、測温抵抗体5, 7の温度差の絶対値より計測することができる。従って、計測回路は、測温抵抗体5, 7の温度差(ΔT)が抵抗値差(ΔR)と同等なので、この抵抗値差(ΔR)を出力する構成になっている。

【0031】ところで、図10に示したように、上流側と下流側の測温抵抗体5, 7を、上流側と下流側に振り分けた発熱抵抗体4a, 4bで挟むようにし、さらに測温抵抗体6の温度を基準温度に設定する本発明の構成にしたことにより、測温抵抗体5, 7が成す温度差(ΔT)を十分に大きくして検出できる。これに対して、図11に示した従来例では、中央の発熱抵抗体を左右の測温抵抗体で挟んでおり、中央の発熱抵抗体が基準温度に設定される構成であることから、図10に示す従来例の温度分布のように、左右の測温抵抗体の両温度が中央の基準温度より共に低く、本発明に比べて温度差を大きく検出することはできない。換言すれば、本発明の構成により、従来例に比較して温度差を大きく検出できることが、信号レベルが大きくなり、広いダイナミックレンジが得られ、かつ、対ノイズ特性に関して有利になると言える。

【0032】次に、本発明による熱式空気流量計の測定素子の具体例について、図1, 2を参照して説明する。まず、シリコンからなる半導体基板2上に電気絶縁膜11aとして、熱酸化あるいはCVD等の方法で、約0.5ミクロンの厚さの二酸化ケイ素、窒化ケイ素等の膜を形成する。更に、抵抗体4, 5, 6, 7, 8として、スパッタ等の方法で、約0.2ミクロンの厚さの白金を形成する。そして、公知のホトリソグラフィ技術により、所定の形状にレジストを形成した後、イオンミリング等の方法により白金をパターニングする。

【0033】次に、端子電極9を金メッキ等で形成した後、端子電極9以外の部分を保護膜として、先と同様に約0.5ミクロンの厚さの電気絶縁膜11bを形成する。最後に、半導体基板2の裏面より二酸化ケイ素等をマスク材として、異方性エッチングすることにより空洞3を形成し、チップに切断することにより、測定素子1が得られる。

【0034】ここで、空洞3上の電気絶縁膜11は、図

12示した従来例の検出有効面積(約 $0.2\text{mm} \times 1\text{mm}$:特開平7-174600号公報の明細書(0028)項に記載)に対して、図1示した本実施例では $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ の検出有効面積とし、従来例の約10倍の大きさにした。また、測温抵抗体5, 6, 7を囲む様にして発熱抵抗体4を形成したことから、発熱抵抗体の占有面積が大きくとれる。このことにより、空洞3上の測温抵抗体5, 7の空気流量信号のダイナミックレンジおよび対ノイズ性が、従来例に比較して大幅に改善された。

【0035】このように空洞3を大きくした場合でも、本実施例の測定素子1の大きさは約 $2.5\text{mm} \times 5\text{mm}$ で、従来例(約 $3\text{mm} \times 3\text{mm}$:特開平7-174600号公報の明細書(0028)項に記載)の約1.4倍に過ぎなく、また、従来例のように空気流10に晒される開口部がないことにより耐塵埃信頼性が向上した。

【0036】

【発明の効果】本発明によれば、測温抵抗体5と測温抵抗体7との間に測温抵抗体6を並設した測温抵抗体群および該測温抵抗体群を近接包囲し配設した発熱抵抗体4の両測温抵抗体5, 7の温度差から空気流の方向と流量を計測する構成としたことにより、空気流量の計測時のダイナミックレンジおよび対ノイズ性の改善を図った熱式空気流量計が提供できる。

【0037】また、空気流10に対して開口している所がない構成にすることから、耐塵埃信頼性が向上し、更に、空気温度測温抵抗体8を空気流に突き出す構成とすることにより、温度特性の改善を図った熱式空気流量計が提供できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第一実施例の測定素子を示す平面

図である。

【図2】図1のA-A'断面を示す図である。

【図3】本発明による第二実施例の測定素子を示す平面図である。

【図4】図1または図3の測定素子を実装した本発明による一実施例の熱式空気流量計の断面を示す図である。

【図5】図4の測定素子部を拡大した図である。

【図6】図5のB-B'断面を示す図である。

【図7】図5のC-C'断面を示す図である。

【図8】本発明による一実施例の熱式空気流量計の加熱回路を示す図である。

【図9】本発明による一実施例の熱式空気流量計の計測回路を示す図である。

【図10】図1の測定素子のA-A'断面および動作原理を示す図である。

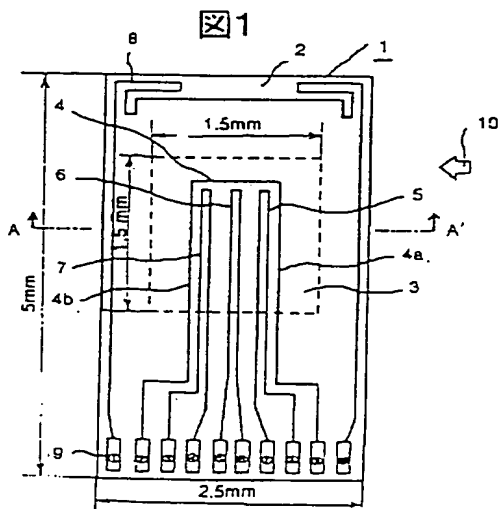
【図11】従来の熱式空気流量計の測定素子を説明する平面図である。

【図12】従来の他の熱式空気流量計の測定素子を説明する平面図である。

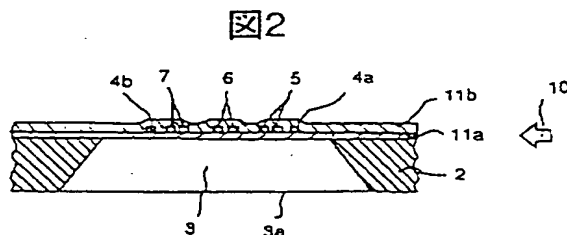
【符号の説明】

1…測定素子、2…半導体基板、3…空洞、4, 4a, 4b…発熱抵抗体、5, 6, 7…測温抵抗体、8…空気温度測温抵抗体、9, 16…端子電極、10…空気流、11, 11a, 11b…電気絶縁膜、12…吸気主通路、13…副通路、14, 14a, 14b…支持体、15…外部回路、17…金線、18a, 18b…差動増幅器、19…トランジスタ、20…電源、21a, 21b, 21c, 21d, 21e…抵抗、23a, 23b, 23c, 23d, 23e…空洞、24, 24a, 24b…橋

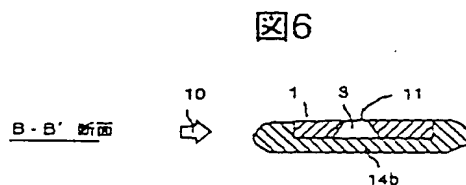
【図1】



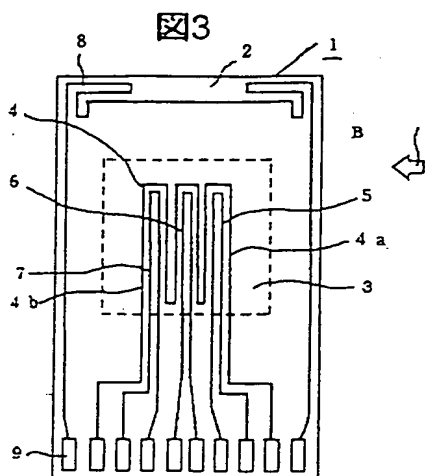
【図2】



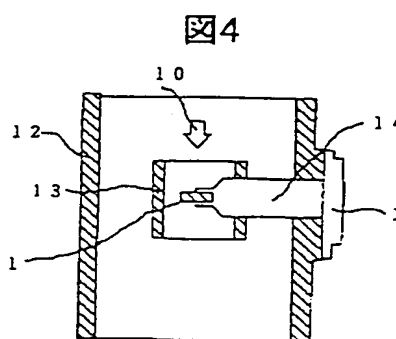
【図6】



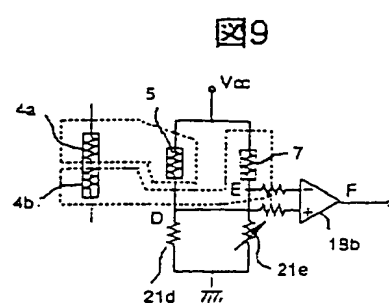
【図 3】



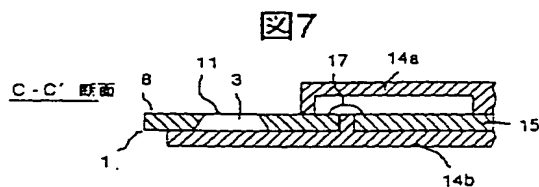
【図4】



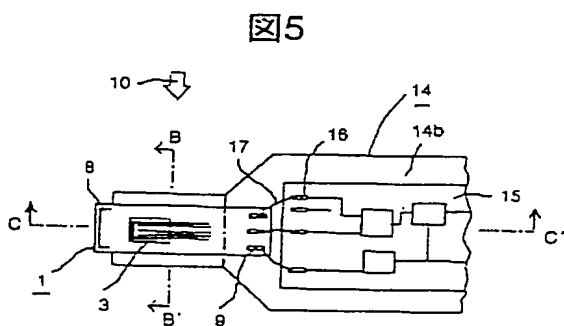
【圖 9】



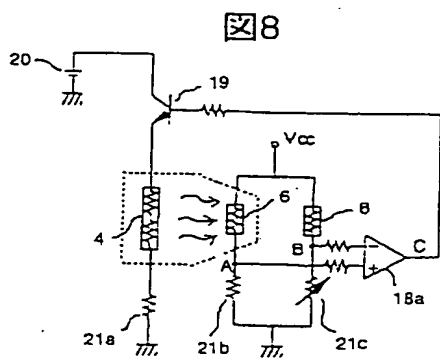
【圖 7】



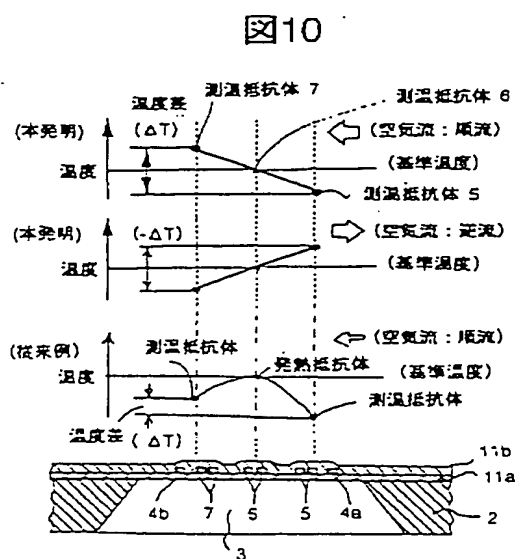
【図5】



【図 8】

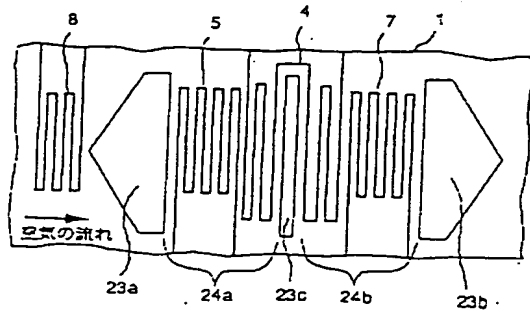


【図 10】



【図11】

図11



【図12】

図12

